

MOTION PICTURE TRANSMISSION EQUIPMENT

Publication number: JP6311502 (A)

Publication date: 1994-11-04

Inventor(s): YAMAGUCHI NOBORU; UENO HIDEYUKI +

Applicant(s): TOSHIBA CORP +

Classification:

- International: H04N7/32; H04N7/32; (IPC1-7): H04N7/137

- European:

Application number: JP19930313405 19931214

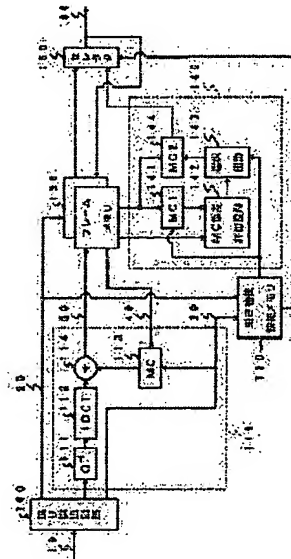
Priority number(s): JP19930313405 19931214; JP19930037233 19930226

Also published as:

JP3519441 (B2)

Abstract of JP 6311502 (A)

PURPOSE: To attain higher precision for motion compensation anticipation by using a signal of a decoding enable block adjacent to a decoding disable block so as to calculate motion compensation anticipation of each object and selecting compensation anticipation minimizing an error evaluation. **CONSTITUTION:** A concealment circuit 140 allows a motion compensation circuit 141 to use motion compensation information able to be decoded in a block stored in a motion compensation memory 120 and to generate a anticipation value with respect to a picture element value in the vicinity of a decoding disable block X and to give it to an error evaluation value calculation circuit 142. The circuit 142 reads a reproduction picture in the vicinity of the block X from a frame memory 130, calculates an error evaluation value from the anticipated value fed from the circuit 141 and gives the result to a selection circuit 143. The circuit 143 selects a motion compensation anticipation offering least error evaluation and reads motion compensation information from the memory 120 and gives it to a motion compensation circuit 144. The circuit 144 uses the selected optimum motion compensation to generate the motion compensation anticipation value for the block X from a reference picture signal read from the memory 130 and gives it to a selector 150.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-311502

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H O 4 N 7/137

$$Z$$

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 26 頁)

(21)出願番号 特願平5-313405

(22)出願日 平成5年(1993)12月14日

(31)優先権主張番号 特願平5-37233

(32)優先日 平5(1993)2月26日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)發明者 山口 昇

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 上野 秀幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内

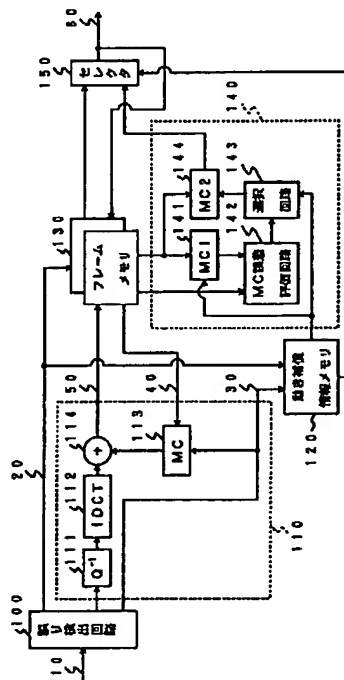
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 動画像伝送装置

(57) 【要約】

【目的】 セル廃棄や伝送路誤りで復号不可能となったブロックに適用する動き補償予測の候補を該ブロックに隣接するブロックに対応するもののうちから適切に選択して動き補償予測をより高精度にした動画像伝送装置を提供すること。

【構成】 動画像信号をブロック単位で符号化・復号化する動画像伝送装置の送信側と、受信符号化データの誤りを検出し検出信号を出力する手段と、検出信号に基づき復号不能となるブロックを識別する手段と、該ブロック近傍の複数の復号可能ブロックの動きベクトル及び動き補償方法の夫々に従い復号不能ブロック近傍の画素値を動き補償予測する手段と、該予測結果夫々の動き補償予測誤差値を計算する手段と、誤差値に基づき前記複数の動きベクトル等から復号不能ブロックに適用するものを選択する手段と、選択された動きベクトル等を用いて復号可能ブロックを動き補償により修正する手段とを設けたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、この識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍にある複数の復号可能なブロックの動きベクトルおよび動き補償の方法の夫々に従って、該復号不可能と識別されたブロックの近傍にある復号可能なブロックに属する複数の画素値を動き補償予測する動き補償予測手段と、該動き補償予測の結果夫々について動き補償予測誤差値を計算する誤差値計算手段と、この動き補償予測誤差値に基づいて前記複数の動きベクトルおよび動き補償の方法のうちから前記復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、この選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償により修正する修正手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【請求項2】 動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、前記符号化データから各ブロックの動き補償予測誤差信号ならびに対応する動きベクトルおよび動き補償の方法を復号する復号手段と、この復号された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて対応するブロックの動き補償予測信号を生成する動き補償予測手段と、前記動き補償予測誤差信号のアクティビティを計算する第1の計算手段と、前記動き補償予測信号のアクティビティを計算する第2の計算手段と、前記動き補償予測誤差信号のアクティビティと前記動き補償予測信号のアクティビティとの比を計算する第3の計算手段と、前記識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の復号可能なブロックの動き補償の信頼性

を、各ブロックに対する前記アクティビティの比の値に基づいて夫々判定する判定手段と、

この判定された信頼性に基づいて前記復号可能なブロックに対応する動きベクトルおよび動き補償の方法のうちから前記復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、

この選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償により修正する修正手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【請求項3】 動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、

受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、

この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、

前記識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の復号可能なブロックの動きベクトルおよび動き補償のうちから該復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、

この選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償予測して予測信号を生成する動き補償予測手段と、

前記復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の画素値を用いて、該復号不可能と識別されたブロック内の画素値を内挿予測して内挿予測信号を生成する内挿予測手段と、

前記動き補償予測信号と前記内挿予測信号との重み付け平均値を前記復号不可能と識別されたブロックの画像信号とする処理手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【請求項4】 動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、

前記動画像受信装置は、

受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、

この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、

前記識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の復号可能なブロックの動きベクトルおよび動き補償のうちから該復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、

前記復号不可能と識別されたブロックの近傍の画素値を用いて、該復号不可能と識別されたブロック内の低周波数成分を予測する予測手段と、

前記選択手段によって選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償予測した予測信号から高周波数成分を分離する分離手段と、

前記予測された低周波数成分および前記分離された高周波数成分の信号を合成して構成した全帯域の画像信号を前記復号不可能と識別されたブロックの画像信号とする処理手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【請求項5】動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像送信装置は、

前記動画像信号にシーンチェンジが発生したことを検出するシーンチェンジ検出手段と、

このシーンチェンジ検出手段によってシーンチェンジが検出された後最初に動き補償予測の参照画像となる画像の空間解像度またはダイナミックレンジを落として前記符号化に供する処理手段とを具備し、

前記動画像受信装置は、

受信した前記符号化データのビットストリームの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、

この誤り検出信号に基づいて該ビットストリームの誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、

この識別手段によって復号不可能と識別されたブロックが前記シーンチェンジ後最初に動き補償予測の参照画像となる画像に含まれるかどうかを判定する判定手段と、この判定手段によって前記復号不可能と識別されたブロックが前記参照画像となる画像に含まれると判定された場合、該復号不可能と識別されたブロック内の画素値を、該復号不可能と識別されたブロックの近傍の画素値を用いて内挿予測する内挿予測手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【請求項6】動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像送信装置は、

前記動画像信号にシーンチェンジが発生したことを検出するシーンチェンジ検出手段と、

このシーンチェンジ検出手段によってシーンチェンジが検出された後最初に動き補償予測の参照画像となる画像を参照して動き補償予測符号化する画像内における画素間相関の小さい領域を検出する手段と、

符号化すべきブロックが前記検出手段により検出された

領域を含むものである場合、該ブロックを強制的にフレーム内符号化する符号化手段とを具備し、

前記動画像受信装置は、

受信した前記符号化データのビットストリームの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、

この誤り検出信号に基づいて該ビットストリームの誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、

この識別手段によって復号不可能と識別されたブロックが前記シーンチェンジ後最初に動き補償予測の参照画像となる画像に含まれるかどうかを判定する判定手段と、この判定手段によって前記復号不可能と識別されたブロックが前記参照画像となる画像に含まれると判定された場合、該復号不可能と識別されたブロック内の画素値を、該復号不可能と識別されたブロックの近傍の画素値を用いて内挿予測する内挿予測手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【請求項7】動画像信号をブロック単位で符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、

前記動画像送信装置は、

前記動画像信号をイントラ符号化するモードと動き補償予測を用いてインター符号化するモードとを有する符号化手段と、

前記動画像信号の画面内に強制的にイントラ符号化するリフレッシュ領域を設定し、このリフレッシュ領域を画面毎に移動させるように前記符号化手段の符号化モードを選択するモード選択手段と、

前記符号化手段の符号化モードがインター符号化するモードである場合に、符号化の対象となるブロックにおいて検出された動きベクトルが、前記モード判定手段によりリフレッシュされる以前の画像信号を参照するものであるときは、該ブロックを強制的にイントラ符号化するように前記符号化手段の符号化モードを切り換える制御手段とを具備することを特徴とする動画像伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、動画像信号を伝送する動画像伝送装置に係わり、特にブロック単位で動き補償予測を用いて符号化・復号化を行うものに関する。

【0002】

【従来の技術】ATM網におけるセルの様なパケットに画像信号を詰め込んで伝送する場合、セル廃棄が生じると可変長復号の同期が回復されるまで画像信号の一部が復号不可能となり、視覚的に大きな劣化が生じる。また同様に、伝送路においてビットストリームに誤りが発生すると、同期が回復されるまで復号が不可能となる。そこで、セル廃棄や伝送路誤りによる画質劣化を低減するための誤り補償法として、受信側で復号不可能となった

ブロックに復号済みの画像信号を用いて置き換える手法が検討されている。なお、以下の説明ではセル廃棄の場合について説明するが、伝送路誤りの場合についても同様のことが言える。

【0003】一般に、動き補償予測を用いた動画像復号化装置におけるセル廃棄補償技術は、セル廃棄により失われた画像信号を、フレームメモリ（あるいはフィールドメモリ）に蓄えてある画像信号を用いて置き換えること（コンシールメントと言う）により実現される。

【0004】従来のセル廃棄補償法の一例を図19を用いて説明する。符号化画像内の、セル廃棄により復号不可能となったブロックAの画像信号を、ブロックAに隣接する復号可能なブロック（例えばブロックB）の動きベクトルを用いてコンシールメントする。具体的には、ブロックAに対しブロックBの動きベクトルで指し示される参照画像内のブロックA'の画像信号を動き補償予測することによりコンシールメントする。即ち、一般に隣接するブロック間の動きベクトルの相関が高いため、セル廃棄により復号不可能となったブロックAを、これに隣接するブロックBの動きベクトルを用いて動き補償予測をすることにより画質劣化が低減される。

【0005】例えば、1992年画像符号化シンポジウム（PCSJ92）、6-1、"セル廃棄耐性を有するATM画像符号化方式"では、図20（a）に示すように、ブロックAの周囲にコンシールメントに用いる動きベクトルの候補（最大8通り）を設定し、水平・垂直方向独立に動きベクトルの重み付き多数決値をとり、最多数となる動きベクトルを用いた動き補償予測によりコンシールメントする。ここで、多数決に用いられる重みは、図20（b）の様にブロックAに近い動きベクトルほど選ばれやすくなるように設定している。また、動きベクトル間の相関が低く十分な多数決が行えない場合には、図20（c）の様に動きベクトルの候補を増やして（最大14通り）多数決をとり直す。この場合、例えばブロックAの周囲に隣接するブロック1～8間の動きベクトルの相関が低くても、ブロック9、11、12間の動きベクトルの相関が高い場合には、ブロックAはブロック9、11、12のいずれかの動きベクトルを用いてコンシールメントされることになる。しかし、ブロックAの動きベクトルと、ブロック9、11、12の動きベクトルとの間の相関が高いとは限らないため、隣接するブロックの動きベクトルの間に相関がない場合には、動きベクトルの値だけで信頼性の高いコンシールメントに用いる動きベクトルを選択することは困難である。更に、動き補償予測のモードが複数ある場合（例えばMP EGでは、前方、後方、両方向予測がある。参照：安田浩編著、"マルチメディア符号化の国際標準"、丸善）には、動き補償予測の自由度が増すため8通りの動き補償予測の候補から多数決により1つの候補を選択することは困難となる。

【0006】また、1991年画像符号化シンポジウム（PCSJ91）、9-2、"ATM用画像符号化方式の検討"では、図21に示すように、ブロックAの上下に隣接する2つのブロックを組として、直前の再生画像との間で動きベクトル検出を行い、ブロックAの動き補償予測に用いる動きベクトルを間接的に検出することにより、ブロックAをコンシールメントしているため、適切な画素値がコンシールメントされる。但しこの方法では、動きベクトルを検出するために多大な計算量を必要としてしまう。

【0007】更に、シーケンスの最初のIピクチャ（全てのブロックをフレーム内符号化する画像）でセル廃棄が生じた場合や、シーンチェンジ後にシーンチェンジ前の画像を参照画像とする画像でセル廃棄が生じた場合には、参照画像内にはコンシールメントに使用すべき画像データが無い場合、上記のような動き補償予測を用いたコンシールメントはできない。

【0008】具体的には、シーケンスの最初のIピクチャでセル廃棄が生じた場合や、シーンチェンジ前の画像（図22（a）のフレーム#n-1）を参照画像として動き補償予測する画像（図22（a）のフレーム#n）においてセル廃棄が生じた場合には、コンシールメントに使用し得る（動き補償に使用し得る）画像信号が無い場合、動き補償によるコンシールメントができないことが問題となる。そこで、図22（b）のように、セル廃棄により復号不可能となったブロック（斜線部のブロック）に隣接する復号可能なブロック内の画素値を用いて、復号不可能なブロック内の画素を内挿することによりコンシールメントする。この際、図22（a）のフレーム#nとフレーム#n+1とのフレーム間相関が高く（動き補償予測誤差がほとんど0となる場合）、帯域の広いブロックがセル廃棄により復号不可能となった場合、図23（a）に示すように、受信側のフレーム#nにおける画素内挿によりコンシールメントされたブロックは非常に狭い帯域の成分しかなく、これに加えられる予測誤差信号がほとんど0であるため、受信側のフレーム#n+1において上記のコンシールメントされたブロックを参照とした再生画像の帯域は依然として低域の信号のみである。更に、以後のフレームにおいてもフレーム間相関が高い場合には、高域成分が復元されないため、帯域の狭いブロックが一部残ってしまうために、視覚的な劣化が以後のフレームにも続いてしまう問題があった。ここで、図23（a）～（c）における斜線部が各信号成分である。

【0009】また、シーケンスの最初のIピクチャや、シーンチェンジ前の画像を参照画像とする画像ではフレーム内での発生情報量が多いため、他のフレームに比べこれらのフレームの画像データのセルの数が増加して、セル廃棄の影響を受けやすい問題がある。

【0010】一方、従来のイントラスライスやイントラ

コラムによるリフレッシュでは、図24におけるリフレッシュされた領域2に属するブロックを動き補償予測する際には、領域2からみてリフレッシュされていない領域1に属する画像信号を参照しないように、動きベクトルの探索範囲の制限をしていたため、受信側で動きベクトルを利用したコンシールメントを実行する際に、信頼性の高い動きベクトルが得られなかった。

【0011】例えば、1992年電子情報通信学会秋季大会、D-162、“低遅延フレーム間予測符号化の検討”では、図24に示されるように、強制的にフレーム内符号化されたブロックのライン(図24の斜線部)を周期的に設定して(これを、イントラスライスと呼ぶ)リフレッシュを行い、図24のようにイントラスライスで囲まれるひし形の領域を領域1及び領域2とすると(それぞれ、左側の1周期分のイントラスライスを含む)、領域2に属するブロックを符号化する際に領域1が参照されないように動きベクトルの探索範囲を制限することにより、領域1において発生した誤りによる画質劣化が、領域2以降に伝搬することを抑えることができる。しかし、誤りにより復号不可能となったブロックを動きベクトルを利用してコンシールメントする際に、探索範囲の制限された動きベクトルは、該ブロックの実際の動きとの相関が高いとは言えないため、コンシールメントによる画質劣化の低減が期待できない。同様に、水平方向に強制的にフレーム内符号化のラインを設定するのではなく、垂直方向に強制的にフレーム内符号化のラインを設定(これを、イントラコラムと呼ぶ)しても同様である。また、日経エレクトロニクス1993年5月10日号(No. 580)、pp. 63~64にも示されているように、MPEG2では誤り耐性の機能として、フレーム内符号化されるマクロブロックには、動きベクトルを付与することができるようになっている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来のセル廃棄や伝送路誤りに対する補償法では、隣接するブロックで用いられている動き補償予測の中より、復号不可能なブロックに対して適切な動き補償予測の候補を選択する際に、隣接ブロック間の動きベクトルの相関を利用して、周囲のブロックの動きベクトルの値のみを比較してコンシールメントに用いる動きベクトルを選択している。従って、隣接ブロック間の動きベクトルの相関が小さい場合には、適切な動きベクトルが選択されにくくなりセル廃棄補償の性能が低下する問題があった。

【0013】更に、シーケンスの最初のIピクチャ(全てのブロックをフレーム内符号化する画像)でセル廃棄が生じた場合や、シーンチェンジ後にシーンチェンジ前の画像を参照画像とする画像でセル廃棄が生じた場合には、参照画像内にはコンシールメントに使用すべき画像データが無いため、上記のような動き補償予測を用いたコンシールメントはできない。また、シーケンスの最初

のIピクチャや、シーンチェンジ前の画像を参照画像とする画像ではフレーム内での発生情報量が多いため、他のフレームに比べこれらのフレームの画像データのセルの数が増加して、セル廃棄の影響を受けやすい問題がある。

【0014】また、従来のイントラスライスやイントラコラムによるリフレッシュでは、リフレッシュ領域に属するブロックを動き補償予測する際には、リフレッシュ領域以外の領域に属する画像信号を参照しないように、動きベクトルの探索範囲の制限をしていたため、受信側で動きベクトルを利用したコンシールメントを実行する際に、信頼性の高い動きベクトルが得られなかった。

【0015】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その第1の目的は、セル廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となったブロックを該ブロックに隣接する他のブロックの動き補償予測を用いて動き補償予測する動画像伝送装置であって、該復号不可能となったブロックとこれに隣接するブロックとの間の動きベクトルの相関が低い場合であっても適切な動き補償予測の候補を選択できるようにして動き補償予測をより高精度にした動画像伝送装置を提供することにある。

【0016】また、本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その第2の目的は、シーケンスの最初のIピクチャや、シーンチェンジ前の画像を参照画像とするシーンチェンジ後の画像がセル廃棄や伝送路誤りの影響を受けにくくするとともに、該Iピクチャや該シーンチェンジ後の画像に関してセル廃棄や伝送路誤りが生じた場合にも後続する画像に画像劣化の影響が伝搬されにくくした符号化・復号化を行う動画像伝送装置を提供することにある。

【0017】また、本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その第3の目的は、動きベクトルの探索範囲の制限をせずにイントラスライスやイントラコラムによるリフレッシュを行うことができる動画像伝送装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために本発明(請求項1)では、動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、この識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍にある複数の復号可能なブロックの動きベクトルおよび動き補償の方法の夫々に従って、該復号不可能と識別されたブロックの近傍にある復号可能なブロックに属する複数の画素値を動き補償予測する動き補償予

測手段と、該動き補償予測の結果夫々について動き補償予測誤差値を計算する誤差値計算手段と、この動き補償予測誤差値に基づいて前記複数の動きベクトルおよび動き補償の方法のうちから前記復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、この選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償により修正する修正手段とを具備することを特徴とする。

【0019】上記第1の目的を達成するために本発明（請求項2）では、動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、前記符号化データから各ブロックの動き補償予測誤差信号ならびに対応する動きベクトルおよび動き補償の方法を復号する復号手段と、この復号された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて対応するブロックの動き補償予測信号を生成する動き補償予測手段と、前記動き補償予測誤差信号のアクティビティを計算する第1の計算手段と、前記動き補償予測信号のアクティビティを計算する第2の計算手段と、前記動き補償予測誤差信号のアクティビティと前記動き補償予測信号のアクティビティとの比を計算する第3の計算手段と、前記識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の復号可能なブロックの動き補償の信頼性を、各ブロックに対する前記アクティビティの比の値に基づいて夫々判定する判定手段と、この判定された信頼性に基づいて前記復号可能なブロックに対応する動きベクトルおよび動き補償の方法のうちから前記復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、この選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償により修正する修正手段とを具備することを特徴とする。

【0020】上記第1の目的を達成するために本発明（請求項3）では、動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、前記識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の復号可能なブロックの動きベクトルおよび動き補償

のうちから該復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、この選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償予測して予測信号を生成する動き補償予測手段と、前記復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の画素値を用いて、該復号不可能と識別されたブロック内の画素値を内挿予測して内挿予測信号を生成する内挿予測手段と、前記動き補償予測信号と前記内挿予測信号との重み付け平均値を前記復号不可能と識別されたブロックの画像信号とする処理手段とを具備することを特徴とする。

【0021】上記第1の目的を達成するために本発明（請求項4）では、動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて前記誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、前記識別手段によって復号不可能と識別されたブロックの近傍の複数の復号可能なブロックの動きベクトルおよび動き補償のうちから該復号不可能と識別されたブロックに適用する動きベクトルおよび動き補償の方法を選択する選択手段と、前記復号不可能と識別されたブロックの近傍の画素値を用いて、該復号不可能と識別されたブロック内の低周波数成分を予測する予測手段と、前記選択手段によって選択された動きベクトルおよび動き補償の方法を用いて前記復号不可能と識別されたブロックを動き補償予測した予測信号から高周波数成分を分離する分離手段と、前記予測された低周波数成分および前記分離された高周波数成分の信号を合成して構成した全帯域の画像信号を前記復号不可能と識別されたブロックの画像信号とする処理手段とを具備することを特徴とする。

【0022】上記第2の目的を達成するために本発明（請求項5）では、動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像送信装置は、前記動画像信号にシーンチェンジが発生したことを検出するシーンチェンジ検出手段と、このシーンチェンジ検出手段によってシーンチェンジが検出された後最初に動き補償予測の参照画像となる画像の空間解像度またはダイナミックレンジを落とし、前記符号化に供する処理手段とを具備し、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データのビットストリームの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて該ビットストリームの誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識

別手段と、この識別手段によって復号不可能と識別されたブロックが前記シーンチェンジ後最初に動き補償予測の参照画像となる画像に含まれるかどうかを判定する判定手段と、この判定手段によって前記復号不可能と識別されたブロックが前記参照画像となる画像に含まれると判定された場合、該復号不可能と識別されたブロック内の画素値を、該復号不可能と識別されたブロックの近傍の画素値を用いて内挿予測する内挿予測手段とを具備することを特徴とする。

【0023】上記第2の目的を達成するために本発明（請求項6）では、動画像信号をブロック単位で動き補償予測を用いて符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像送信装置は、前記動画像信号にシーンチェンジが発生したことを検出するシーンチェンジ検出手段と、このシーンチェンジ検出手段によってシーンチェンジが検出された後最初に動き補償予測の参照画像となる画像を参照して動き補償予測符号化する画像内における画素間相関の小さい領域を検出する手段と、符号化すべきブロックが前記検出手段により検出された領域を含むものである場合、該ブロックを強制的にフレーム内符号化する符号化手段とを具備し、前記動画像受信装置は、受信した前記符号化データのビットストリームの誤りを検出して誤り検出信号を出力する誤り検出手段と、この誤り検出信号に基づいて該ビットストリームの誤りにより復号不可能となるブロックを識別する識別手段と、この識別手段によって復号不可能と識別されたブロックが前記シーンチェンジ後最初に動き補償予測の参照画像となる画像に含まれるかどうかを判定する判定手段と、この判定手段によって前記復号不可能と識別されたブロックが前記参照画像となる画像に含まれると判定された場合、該復号不可能と識別されたブロック内の画素値を、該復号不可能と識別されたブロックの近傍の画素値を用いて内挿予測する内挿予測手段とを具備することを特徴とする。

【0024】上記第3の目的を達成するために本発明（請求項7）では、動画像信号をブロック単位で符号化したデータを送信する動画像送信装置と、該符号化データを受信してブロック単位で復号する動画像受信装置とを備えた動画像伝送装置において、前記動画像送信装置は、前記動画像信号をイントラ符号化するモードと動き補償予測を用いてインター符号化するモードとを有する符号化手段と、前記動画像信号の画面内に強制的にイントラ符号化するリフレッシュ領域を設定し、このリフレッシュ領域を画面毎に移動させるように前記符号化手段の符号化モードを選択するモード選択手段と、前記符号化手段の符号化モードがインター符号化するモードである場合に、符号化の対象となるブロックにおいて検出された動きベクトルが、前記モード判定手段によりリフレ

ッシュされる以前の画像信号を参照するものであるときは、該ブロックを強制的にイントラ符号化するように前記符号化手段の符号化モードを切り換える制御手段とを具備することを特徴とする。

【0025】

【作用】本発明（請求項1）によれば、パケット廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となるブロック（図2（a）のX）に隣接する復号可能なブロック（図2（a）のA～H）で用いられている動き補償予測（前方予測、後方予測等の予測モードと動きベクトル）を、該ブロックをコンシールメントする際に用いる動き補償予測の候補として設定し、該ブロックに用いる適切な動き補償予測を選択する際に、該ブロックに隣接する復号可能なブロックの信号を用いて各候補の動き補償予測誤差を計算し、誤差評価値が最も小さくなる動き補償予測を選択することで、隣接ブロック間の動きベクトルの相関が小さい場合でも、動き補償予測の候補の中から適切なものが選択されるようになる。従って、該復号不可能なブロックをコンシールメントして得られる画像の予測精度を向上させることができる。

【0026】本発明（請求項2）によれば、パケット廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となるブロック（図2（a）のX）に隣接する復号可能なブロック（図2（a）のA～H）で用いられている動き補償予測（前方予測、後方予測等の予測モードと動きベクトル）を、該ブロックをコンシールメントする際に用いる動き補償予測の候補として設定し、該ブロックに用いる適切な動き補償予測を選択する際に、該ブロックに隣接する復号可能なブロックにおける動き補償予測誤差信号のアクティビティと動き補償予測信号のアクティビティとの比を計算してその動き補償の信頼性を評価し、この信頼性が最も高くなる動き補償予測を選択することで、隣接ブロック間の動きベクトルの相関が小さい場合でも、動き補償予測の候補の中から適切なものが選択されるようになる。従って、該復号不可能なブロックをコンシールメントして得られる画像の予測精度を向上させることができる。

【0027】また、本発明（請求項3）によれば、隣接するブロックの動き補償予測を用いるコンシールメント法において、該選択した適切な動きベクトルおよび動き補償の方法を用いてパケット廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となったブロックを動き補償予測して生成した予測信号と、該ブロックの近傍の複数の画素値を用いて該ブロック内の画素値を内挿予測して生成した内挿予測信号との重み付け平均値を、該ブロックの画像信号とするように構成した。これによって、隣接するブロックとの低周波数成分の不連続性に起因して発生する可能性のあるブロック状の歪を低減することが出来る。

【0028】また、本発明（請求項4）によれば、隣接するブロックの動き補償予測を用いるコンシールメント

法において、該選択した適切な動きベクトルおよび動き補償の方法を用いてパケット廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となったブロックを動き補償予測して生成した予測信号のうちの高周波数成分と、該ブロックの近傍の複数の画素値を用いて該ブロック内の画素値を内挿予測して生成した内挿予測信号のうちの低周波数成分とを合成して構成した全帯域の画像信号を、該ブロックの画像信号とするように構成した。これによって、隣接するブロックとの低周波数成分の不連続性に起因して発生する可能性のあるブロック状の歪を低減することが出来る。

【0029】また、本発明（請求項5）によれば、隣接するブロックの動き補償予測を用いるコンシールメント法を適用することが出来ない画像に対して、図23

(b)のごとく0次位相の低域通過フィルタを用いるなどして該画像（フレーム#n）の解像度を落とすと動き補償予測誤差信号には高域成分が残るので、空間内挿したブロックの帯域が狭くても、該動き補償予測誤差信号を加えることにより次の画像（フレーム#n+1）の再生画像は元の信号のように帯域の広い信号となる。あるいは、図23(c)のごとく該画像のダイナミックレンジを落とすことによっても、次の画像の再生画像は元の信号のように帯域の広い信号となる。また、従来技術における図23(a)のごとき場合はフレーム#nでの発生符号量が多いが、本発明における図23(b)、(c)のごとき場合は発生符号量がフレーム#nと#n+1に分散されるため、フレーム#nの画像データが詰め込まれたセルの数が少なくなり、セル廃棄や伝送路誤りの影響を受けにくくなる。

【0030】また、本発明（請求項6）によれば、隣接するブロックの動き補償予測を用いるコンシールメント法を適用することが出来ない画像（図22(a)のフレーム#n）で、空間内挿によるコンシールメントにより空間解像度が落ちてエッジ部がボケても、次の画像（フレーム#n+1）においてエッジ部を強制的にフレーム内符号化することにより、エッジボケが解消される。

【0031】また、本発明（請求項7）によれば、送信側において動きベクトルを検出した結果、リフレッシュ領域（図24における領域2）に属するブロックがリフレッシュ領域以外の領域（図24における領域1）に属する画像信号を参照する場合には、該ブロックを強制的にフレーム内符号化するとともに、動きベクトルを付与して伝送することで、動きベクトルの探索範囲を制限しなくてもリフレッシュが可能となるとともに、受信側では信頼性の高い動きベクトルを利用してコンシールメントすることができる。

【0032】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

（第1の実施例）まず、本発明の第1の実施例に係る動画画像伝送装置について説明する。図1は、本実施例に係

る動画画像受信装置を示すブロック図である。

【0033】なお、本実施例に係る動画画像送信装置は、ITU（旧CCITT）標準H.26Xのような動画をブロック単位で動き補償を用いた符号化装置であれば、どのようなものでもかまわない。

【0034】本実施例では、まず、パケット廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となるブロック（図2(a)のX）に隣接する復号可能なブロック（図2(a)のA～H）で用いられている動き補償予測（前方予測、後方予測等の予測モードと動きベクトル）を、コンシールメントに用いる動き補償予測の候補として設定する。次に、ブロックXに隣接するブロック内の画素値に各動き補償予測の候補を適用し、各々の候補毎に動き補償予測誤差値を計算し、誤差評価値が最も小さくなる動き補償予測を候補の中から選択して、この動き補償予測を用いてブロックXをコンシールメントする。

【0035】はじめに、図1の誤り検出回路100の例を図3を用いて説明する。図3(a)に示されるように、線10を介してパケットが供給される場合には、パケット分解回路101においてパケットを分解し、ビットストリームをデマルチプレクサ・可変長復号回路102に供給すると共に、パケット廃棄識別情報（ATMセルではシーケンス番号）からパケットの廃棄を検出して、パケット廃棄情報を復号不可能識別情報フラグ回路103に供給する。デマルチプレクサ・可変長復号回路102に供給されたビットストリームは、離散コサイン変換（DCT）係数、サイド情報に分離された後、可変長復号化され、差分データとして送られてきた信号（例えば動きベクトル）に関しては元の形に戻した後、デコーダ110に供給される。この際、可変長符号テーブルに無い符号が現れたりするようなビットストリームのシンタックス上の誤りが検出された場合には、復号不可能識別情報フラグ回路103にその情報を供給する。復号不可能識別情報フラグ回路103では、パケット分解回路101およびデマルチプレクサ・可変長復号化回路102において検出された誤りによって、復号不可能となるブロックにはアドレスと復号不可能識別情報フラグを立てて線20を介して出力する。

【0036】一方、図3(b)に示されるように、線10を介してビットストリームが供給される場合には、誤り訂正回路104において訂正可能な誤りを訂正したビットストリームをデマルチプレクサ・可変長復号回路102に供給する。デマルチプレクサ・可変長復号回路102に供給されたビットストリームは、離散コサイン変換（DCT）係数、サイド情報に分離された後、可変長復号化され、差分データとして送られてきた信号（例えば動きベクトル）に関しては元の形に戻した後、デコーダ110に供給される。この際、誤りが訂正しきれなかったり、誤訂正をしてしまったことにより、可変長符号テーブルに無い符号が現れたりするようなビットストリ

ームのシンタックス上の誤りが検出された場合には、復号不可能となるブロックのアドレスには復号不可能識別情報フラグをたてて線20を介して出力する。

【0037】図1のデコーダ110では、誤り検出回路100より供給されるDCT係数は逆量子化回路111へ、動きベクトルや動き補償予測モードなどからなるサイド情報は線30を介して動き補償予測回路113および動き補償情報メモリ120へ、各々供給される。

【0038】逆量子化回路111では逆量子化したDCT係数を、逆DCT回路112に供給する。一方、動き補償予測回路113では、ブロック毎に動き補償予測のモードに合わせてフレームメモリ130から線40を介して参照画像信号を読み込み、予測値を作成して加算器114に供給する。ただし、フレーム内符号化のモードのブロックでは、加算器114に入力する予測値は0とする。加算器114では、逆DCT回路112より供給される予測誤差と動き補償予測回路113より供給される予測値を加算して、線50を介してフレームメモリ130に供給する。

【0039】なお、本実施例のデコーダは動き補償予測回路113を含んでいれば他の構成でも良い。コンシールメント回路140において、図2に示されるブロックXをブロックA～Hまでの情報を用いてコンシールメントする時には、動き補償情報メモリ120においては、図2(a)のハッチングされたブロックに対して、線30を介して供給される動き補償予測のモードおよび動きベクトルの値と、誤り検出回路100から線20を介して供給される復号不可能識別情報フラグが蓄えられることになる。また、フレームメモリ130には、図2(a)でハッチングされたブロックの画像信号が蓄えられることになる。即ち、ブロックHの復号が終了し、動き補償情報メモリ120およびフレームメモリ130にブロックHの信号が蓄えられるまで、ブロックXの信号が遅延された後、コンシールメントされて出力される。但し、線20を介して復号不可能識別情報フラグが供給され、復号不可能と認識されるブロックの動き補償情報や画像データは書き換える必要はない。

【0040】コンシールメント回路140では、まず第1の動き補償回路141において、動き補償情報メモリ120に蓄えられているブロックA～Hの中で復号可能でありかつフレーム内符号化でないブロックの動き補償情報を用いてブロックX近傍の画素値に対する予測値をフレームメモリ130から読み込んだ参照画像から作成し、誤差評価値計算回路142に供給する。

【0041】動き補償誤差評価回路（以下、MC誤差評価回路と言う）142では、フレームメモリ130からブロックX近傍の画素の再生画像を読み込み、第1の動き補償予測回路141より供給されるブロックX近傍の画素の予測値との誤差評価値（誤差信号の絶対値とあるいは2乗和）を計算した後、誤差評価値を選択回路14

3に供給する。但し、ブロックX近傍の画素の中で、復号不可能なブロックに含まれる画素の動き補償予測誤差は評価しない。

【0042】選択回路143では、MC誤差評価回路142より供給される、誤差評価値の最も小さくなる動き補償予測を選択し、動き補償情報メモリ120より該当する動き補償情報を読み込み、第2の動き補償回路144に供給する。

【0043】第2の動き補償回路144では、選択回路143により選択された最も適切な動き補償予測を用いてブロックXの動き補償予測値（コンシールメント画像）を、フレームメモリ130から読み込んだ参照画像信号から作成し、セクタ150に供給する。なお、ブロックXに隣接するブロックが復号不可能であったり、動き補償のモードではない（例えば、フレーム内符号化のモード）ブロックであるため動き補償情報が得られない場合には、例えば、フレームメモリ130に蓄えられている参照画像内のブロックXと同じ位置にあるブロックの画像データを読み込みセクタ150に供給すればよい。

【0044】セクタ150では、動き補償情報メモリ120より供給される復号不可能識別情報フラグにより該ブロック（ブロックX）が復号可能なブロックであれば、フレームメモリ130に蓄えられているブロックXに該当する信号を線60を介して出力し、復号不可能なブロックであれば、第2の動き補償予測回路144より供給されるコンシールメント画像を線60を介して出力する。ここで、ブロックHの符号化が終了して、その情報がフレームメモリ130および動き補償情報メモリ120に蓄えられた後に、セクタ150より線60を介してブロックXの画像が遅延されて出力されることになる。

【0045】以上により、線60を介して出力される誤り補償された画像信号が、次のフレームの参照画像としてフレームメモリ130に蓄えられる。なお、上記の実施例におけるブロックX近傍の画素として、ブロックA～H内に含まれる全ての画素の動き補償予測誤差値を評価しないで、図2(b)のようにブロックXに近い（画素間相関の強い）画素の集まり（画素群）を用いて、ハード規模を小さくすることが出来る。但し、誤りの影響は水平方向に伝搬するので、ブロックXが誤りにより復号不可能な場合は、ブロックDやEも復号不可能な場合が多いため、これらのブロック内の画素だけで誤差を評価しない方がよい。

【0046】コンシールメント回路140の他の実施例としては、以下のようなものが考えられる。すなわち、図4に示すように画素値内挿回路145とモード判定回路146を設け、上記実施例と同様に第2の動き補償回路144でブロックXを動き補償予測した出力と、該画素値内挿回路145においてブロックX近傍の画素値を

用いてブロックX内を内挿予測した出力とを、各々セクタ147に供給し、モード判定回路146にてブロックXをコンシールメントするのに適切と判定された出力をセクタ147を介して出力する。具体的には画素値内挿回路145においては、例えばフレームメモリ130に蓄えられているブロックA~HのブロックXに隣接する画素値(ブロックサイズを $n \times n$ 画素としたとき各ブロック共に n 画素、 n :整数、図2(c)の斜線で示される画素)をフレームメモリ130から読み込み、各画素値の線形結合によりブロックX内の画素値を画素間距離に応じた重み付け内挿することで内挿画像を作成する。但し、復号不可能なブロック内の画素値は、ブロックXの内挿画像を作成する際に用いない。ブロックXの内挿画像作成法には、周囲のブロックの平均値を使用する等、他の内挿法を用いても良い。また、モード判定回路146においては、所定の場合、例えば動き補償情報メモリ120に蓄えられている復号可能なブロックの動き補償のモードが全てフレーム内符号化であった場合には、セクタ147に画素値内挿回路145の出力を選択する信号を供給する。

【0047】また、動き補償誤差値を評価する画素を設定する他の実施例としては、図5に示す様にコンシールメント回路140内に属性判定回路148を設け、ここで動き補償誤差値を評価する画素群の輝度勾配(例えばエッジ)を検出し、輝度勾配の大きな領域(例えばエッジ部)の画素群を用いて第1の動き補償予測回路141とMC誤差評価回路142により動き補償予測誤差評価値を求めても良い。具体的な例としては、ブロックA~H内のエッジを検出し、エッジを含むブロック内の画素を用いて動き補償予測誤差を評価する。また、上述した図4の実施例と同様に、第2の動き補償予測回路144の出力と画素値内挿回路145の出力とを切り換えるような構成にしても良い。

【0048】(第2の実施例)次に、本発明の第2の実施例に係る動画像伝送装置について説明する。図6は、本実施例に係わる動画像受信装置を示すブロック図である。

【0049】図6において、誤り検出回路100では、第1の実施例と同様に線10を介して供給された符号化データが、離散コサイン変換(DCT)係数、サイド情報に分離された後、可変長復号化され、DCT係数は逆量子化回路111に、動きベクトル(以下、MVと言う)等の動き補償情報は、第1の動き補償予測回路220および動き補償情報メモリ240に供給される。また、復号不可能となるブロックにはアドレスと復号不可能識別情報フラグを立てて線20を介して出力する。

【0050】逆量子化回路111では逆量子化したDCT係数を、逆DCT回路112に供給する。逆DCT回路112より出力された予測誤差信号は、第1のアクティビティ計算回路200に供給され、予測誤差信号のアクティビティ(2乗和あるいは絶対値和など、信号に含まれる情報量の指標となる値)が計算される。第2のアクティビティ計算回路210では、第1の動き補償予測回路220により、第1のアクティビティ計算回路200でアクティビティが計算されたブロックと同じブロックの予測信号が供給され、この信号のアクティビティ(平均値を分離した信号の2乗和あるいは絶対値和)が計算される。

【0051】信頼性判定回路230では、アクティビティ計算回路200および210で計算された、予測誤差信号のアクティビティと予測信号のアクティビティが各々供給され、MVの信頼性が判定される。例えば、予測誤差信号の電力が小さくても予測信号の輝度勾配が小さい場合には、送信側でのMV検出時にノイズの影響等でMVの検出ミスが発生している恐れがある。一方、予測信号の輝度勾配が大きい場合には、予測誤差信号の電力が極端に大きくない限りMVの信頼性は高い。従って、予測誤差信号のアクティビティE(200の出力)と予測信号のアクティビティP(210の出力)との比 E/P が小さいほどMVの信頼性が高いと仮定して、この値を動き補償情報メモリ240に供給する。

【0052】図2に示されるブロックXの動き補償情報をブロックA~Hまでの動き補償情報を用いて推定する時には、動き補償情報メモリ240においては、図2(a)のハッチングされたブロックに対して、線30を介して供給される動き補償予測のモードおよび動きベクトルの値と、誤り検出回路100から線20を介して供給される復号不可能識別情報フラグと、信頼性判定回路230より供給されるMVの信頼性が蓄えられることになる。ここで、該ブロック(ブロックX)が復号可能なブロックであれば、該ブロックの動き補償情報を第2の動き補償予測回路113に供給し、該ブロックが復号不可能な場合には、ブロックA~Hの中で最も信頼性の高いMVを有するブロックの動き補償情報を第2の動き補償予測回路113に供給する。また、ブロックA~Hのブロックの中で、最も信頼性の高いMVと2番目に信頼性の高いMVの平均値を第2の動き補償予測回路113に供給しても良い。

【0053】第2の動き補償予測回路113では、ブロック毎に動き補償情報メモリ240より供給される動き補償予測のモードに合わせてフレームメモリ130から参照画像信号を読み込み、予測値を作成して加算器114に供給する。ただし、フレーム内符号化のモードのブロックでは、加算器114に入力する予測値は0とする。

【0054】加算器114では、第2の動き補償予測回路113よりブロックXの値が供給される時に、動き補償情報メモリ240にブロックHまでの値が蓄えられるまで、遅延回路250において逆DCT回路112の出力を遅延させた後、値を加算してフレームメモリ130

に供給する。但し、該ブロックが復号不可能な場合には遅延回路250において、予測誤差信号の値がリセットされる。

【0055】(第3の実施例)次に、本発明の第3の実施例に係る動画像伝送装置について説明する。図7は、本実施例に係る動画像受信装置を示すブロック図である。

【0056】図7において、誤り検出回路100では、第1の実施例と同様に線10を介して供給された符号化データが、離散コサイン変換(DCT)係数、サイド情報に分離された後、可変長復号化され、DCT係数は逆量子化回路111に、MV等の動き補償情報は動き補償情報メモリ300に供給される。また、復号不可能となるブロックにはアドレスと復号不可能識別情報フラグをたてて線20を介して出力する。

【0057】図2に示されるブロックXの動き補償情報をブロックA〜Hまでの動き補償情報を用いて推定する時には、動き補償情報メモリ300においては、図2(a)のハッチングされたブロックに対して、線30を介して供給される動き補償予測のモードおよび動きベクトルの値と、誤り検出回路100から線20を介して供給される復号不可能識別情報フラグが蓄えられることになる。ここで、動き補償推定回路310では、該ブロック(ブロックX)が復号可能なブロックであれば該ブロックの動き補償情報を、該ブロックが復号不可能なブロックであれば動き補償情報メモリ300に蓄えられているブロックA〜Hの動き補償情報の中から適切な動き補償を選択し、動き補償予測回路113に動き補償情報を供給する。

【0058】逆量子化回路111では逆量子化したDCT係数を、逆DCT回路112に供給する。逆DCT回路112より出力された予測誤差信号は、第2の実施例と同様に遅延回路350で遅延された後、加算回路114に供給され、動き補償予測回路113より供給される予測信号と加算された後、フレームメモリ130に供給される。ここで、遅延回路320において復号不可能なブロックの予測誤差信号は0にリセットされる。

【0059】画素値内挿回路330では、第1の実施例で説明した図4の回路と同様に、例えばフレームメモリ130に蓄えられているブロックA〜HのブロックXに隣接する画素値(ブロックサイズを $n \times n$ 画素としたとき各ブロック共に n 画素、 n :整数)をフレームメモリ130から読み込み、各画素値の線形結合によりブロックX内の画素値を画素間距離に応じた重み付け内挿することで内挿画像を作成し、重み付け平均回路350に供給する。

【0060】重み付け平均回路350では、フレームメモリ130より供給される信号と、画素値内挿回路330より供給される内挿信号との重み付け平均値がモード判定回路340より供給される信号に基づいて計算され

る。例えば、モード判定回路340において、動き補償情報メモリ300に蓄えられているブロックXが復号可能であると判定された場合には、フレームメモリ130からの入力を、ブロックXが復号不可能であり、これに隣接するブロックA〜Hの中で復号可能なブロックの動き補償のモードが全てフレーム内符号化であると判定された場合には、画素値内挿回路330からの入力を、その他の場合には、フレームメモリ130からの入力と画素値内挿回路からの入力の平均値を、重み付け平均回路350内で計算した後、線40を介して出力すると共に、フレームメモリ130にも供給する。

【0061】以上により、復号不可能なブロックを動き補償によりコンシールメントした際に、隣接するブロックとの低域成分の相関が小さく、ブロック状の歪が発生してしまう場合でも、画素値内挿回路330において作成される隣接するブロックとブロック境界部が滑らかにつながっている信号との平均値を取ることで、ブロック状の歪が低減される。

【0062】また、前述した図4に示すコンシールメント回路140を図8の様に變更し、モード判定回路146において、ブロックXに隣接するブロックA〜Hの中で復号可能なブロックの動き補償のモードが全てフレーム内符号化であると判定された場合には、画素値内挿回路330からの入力を、その他の場合には、フレームメモリ130からの入力と画素値内挿回路からの入力の平均値を、重み付け平均回路350内で計算した後、セクタ150に出力することでも同じ効果が得られる。

【0063】(第4の実施例)次に、本発明の第4の実施例に係る動画像伝送装置について説明する。図9は、本実施例に係る動画像受信装置を示すブロック図である。

【0064】図9において、誤り検出回路100では、第1の実施例と同様に線10を介して供給された符号化データが、離散コサイン変換(DCT)係数、サイド情報に分離された後、可変長復号化され、DCT係数は逆量子化回路111に、MV等の動き補償情報は動き補償情報メモリ400に供給される。また、復号不可能となるブロックにはアドレスと復号不可能識別情報フラグをたてて線20を介して出力する。

【0065】図2に示されるブロックXの動き補償情報をブロックA〜Hまでの動き補償情報を用いて推定する時には、動き補償情報メモリ300においては、図2(a)のハッチングされたブロックに対して、線30を介して供給される動き補償予測のモードおよび動きベクトルの値と、誤り検出回路100から線20を介して供給される復号不可能識別情報フラグが蓄えられることになる。ここで、動き補償推定回路410では、該ブロック(ブロックX)が復号可能なブロックであれば該ブロックの動き補償情報を、該ブロックが復号不可能なブロックであれば動き補償情報メモリ400に蓄えられてい

るブロックA～Hの動き補償情報の中から適切な動き補償を選択し、動き補償予測回路113に動き補償情報を供給する。

【0066】逆量子化回路111では逆量子化したDCT係数を、逆DCT回路112に供給する。逆DCT回路112より出力された予測誤差信号は、第2の実施例と同様に遅延回路420で遅延された後、加算回路114に供給され、動き補償予測回路113より供給される予測信号と加算された後、フレームメモリ130に供給される。ここで、遅延回路420において復号不可能なブロックの予測誤差信号は0にリセットされる。

【0067】低次係数予測回路430では、文献：H.Sun, K.Challapali, J.Zdepski, "ERROR CONCEALMENT IN DIGITAL SIMULCAST AD-HDTV DECODER", IEEE Trans.Consumer Electronics, Vol.38, No.3, Aug.1992, (図10参照)に示されるように、DCTブロックの平均値(DC1～DC9)を用いて、DC5に対応するDCTブロックの低次係数(AC01, AC10, AC02, AC11, AC20)を、画面上の振幅変化を2次曲面で近似するという条件で予測している。ここでDC5, DC6, DC8, DC9を含むマクロブロックが復号不可能な場合には、隣接するマクロブロック内のDCの値(DC2, DC3等)を用いて双1次内挿予測する。なお、図10(a)の点線は、DCTブロックの境界を示し、実線は、マクロブロックの境界を示す。

【0068】一方、係数分離・合成回路440では、モード判定回路450において、動き補償情報メモリ400に蓄えられているブロックXに隣接するブロックA～Hの中で復号可能なブロックの動き補償のモードが全てフレーム内符号化であると判定された場合には、低次係数予測回路430からの入力のみを出力し、その他の場合には、DCT回路460より供給されるフレームメモリ130より読み出されたブロックXの信号をDCT係数に変換した信号の低次係数を、低次係数予測回路430より供給される計数と置き換えた信号を出力する。係数分離・合成回路440の出力は、逆DCT回路470において逆変換された後、セレクト480に供給される。セレクト480では、ブロックXが復号可能なブロックであれば線40を介して、フレームメモリから供給されるブロックXの信号を出力し、ブロックXが復号不可能な場合には、逆DCT回路より供給される信号を線40を介して出力すると共に、フレームメモリ130に線40の出力を供給する。

【0069】以上により、復号不可能なブロックを動き補償によりコンシールメントした際に、隣接するブロックとの低域成分の相関が小さく、ブロック状の歪が発生しても、DCTの低次係数を低次係数予測回路430において隣接するブロックとブロック境界部が滑らかにつながる様に予測した係数に置き換えているため、ブロック状の歪が低減される。

【0070】また、前述した図4に示すコンシールメント回路140を図11の様に變更し、係数分離・合成回路440では、モード判定回路146において、ブロックXに隣接するブロックA～Hの中で復号可能なブロックの動き補償のモードが全てフレーム内符号化であると判定された場合には、低次係数予測回路430からの入力をそのまま出力し、その他の場合には、DCT回路460より供給されるフレームメモリ130より読み出されたブロックXの信号をDCT係数に変換した信号の低次係数を、低次係数予測回路430より供給される係数と置き換えた信号を出力し、逆DCT回路470において逆変換した後、セレクト150に出力することでも同じ効果が得られる。

【0071】なお、低次係数予測回路430、DCT回路460、逆DCT回路470を、それぞれDCT以外の直交変換あるいは帯域分割フィルタに合わせた回路に置き換えても良い。

【0072】(第5の実施例)次に、本発明の第5の実施例に係る動画像伝送装置について説明する。図12は、本実施例に係る動画像送信装置を示すブロック図である。

【0073】図12において、入力画像は複数のフレームメモリ500に蓄えられる。動きベクトル検出回路510では、フレームメモリ500に蓄えられているフレーム間の動きベクトルを検出した後、ブロック毎に誤差信号の絶対値と(動きベクトル検出時に求まる)と該フレームが他のフレームを動き補償する際の参照画像となるか否かを識別する信号をシーンチェンジ検出回路520に供給する。

【0074】シーンチェンジ検出回路520では、フレームメモリ500から供給される入力画像のアクティビティ(例えば交流成分の絶対値和)を計算し、動きベクトル検出回路510より供給される誤差信号の絶対値和と比較する。ここで、例えば後者の値が大きくなるブロックの数がフレーム内の全ブロック数の半分以上ならば、シーンチェンジが発生したと判定し、該フレームが他のフレームの参照画像となる場合には、シーンチェンジ識別信号を解像度変換回路530とエンコーダ540にそれぞれ供給する。

【0075】なお、シーンチェンジ検出の実施例は上記の方法だけに依らず、他の方法を用いても良い。解像度変換回路530では、シーンチェンジ検出回路520より供給されるシーンチェンジ識別信号がイネーブルの場合には、該フレームに0次位相の低域通過フィルタをかけて解像度を落とした画像信号をエンコーダ540に供給する。

【0076】エンコーダ540では、解像度変換回路530より供給される画像信号をブロックに分割し、動きベクトル検出回路510より供給される動きベクトルを用いて、ブロック毎に動き補償予測符号化をした後、符

号化された画像信号を出力する。

【0077】シーンチェンジ直後のフレームの空間解像度を落とす他の実施例として、図15に示すように、解像度変換回路530で空間解像度を落とすのではなく、シーンチェンジ検出回路520より供給されるシーンチェンジ識別信号がイネーブルの場合には、エンコーダ560では、該フレームのブロックを全てフレーム内符号化し、高次係数を切り捨てて、例えば図10(b)に示されるような低次係数のみを符号化することで空間解像度を落としても良い。

【0078】また、シーンチェンジ識別フラグ(1ビット)をフレーム毎に付加してもよい。同様に、図13においては、解像度変換回路530の代わりにダイナミックレンジ変換回路535において、シーンチェンジ検出回路520より供給されるシーンチェンジ識別信号がイネーブルの場合には、次式により該フレームのダイナミックレンジを落とした画像信号をエンコーダ540に供給する。

【0079】

$$x' = \alpha \cdot (x - 128) + 128$$

$$0 < \alpha < 1$$

ここで、 x は該フレームの画素値であり、 x' はダイナミックレンジが落とされた画素値である。

【0080】ダイナミックレンジを落とす他の実施例として、上式における128の代わりに x の平均値を用いても良い。この平均値は、該フレーム全体の平均値でも、あるいは x を含む小領域の平均値でも良い。

【0081】更に、振幅値を α 倍するのではなく、リミッタにより振幅値のダイナミックレンジを制限しても良い。以上述べた、帯域およびダイナミックレンジを落とす領域は、該フレーム全体でも良く、あるいは空間内挿により情報が大幅に失われる領域のみでも良い。後者の場合、エッジ部あるいは高域成分のパワーが大きい領域を検出する必要があるので、図14のようにエッジ部検出回路550を追加するのが好ましい。この場合、エッジ部検出回路550は、フレームメモリ500より供給される該フレームの信号にエッジ検出フィルタをかけてエッジ部を検出し、エッジ部を含む領域を識別する信号をダイナミックレンジ変換回路535に供給する。ダイナミックレンジ変換回路535では、エッジ部検出回路550によりエッジ部と判定された領域のみ、ダイナミックレンジを落とす。

【0082】なお、動画像受信装置は第1～第4の実施例と同じ構成を取っていれば実現できる。例えば、図4のモード判定回路146においては、ブロックA～Hの中で復号可能なブロックが全てフレーム内符号化であればシーンチェンジが発生したと判定し、セクタ147を介して画素値内挿回路145からの信号を出力するようにすれば良い。また、図16に示すように、送信側よりシーンチェンジ識別フラグが送られてきた場合には、

モード判定回路146ではセクタ147に対して、必ず画素値内挿回路145からの入力が出力されるような信号を供給するように構成すれば良い。

【0083】(第6の実施例)次に、本発明の第6の実施例に係る動画像伝送装置について説明する。図17は、本実施例に係る動画像送信装置を示すブロック図である。

【0084】図17において、入力画像は複数のフレームメモリ500に蓄えられる。動きベクトル検出回路510では、フレームメモリ500に蓄えられているフレーム間の動きベクトルを検出した後、ブロック毎に誤差信号の絶対値和(動きベクトル検出時に求まる)と該フレームが他のフレームを動き補償する際の参照画像となるか否かを識別する信号をシーンチェンジ検出回路520に供給する。

【0085】シーンチェンジ検出回路520では、フレームメモリ500から供給される入力画像のアクティビティ(例えば交流成分の絶対値和)を計算し、動きベクトル検出回路510より供給される誤差信号の絶対値和と比較する。ここで、例えば後者の値が大きくなるブロックの数がフレーム内の全ブロック数の半分以上ならば、シーンチェンジが発生したと判定し、該フレームが他のフレームの参照画像となる場合には、シーンチェンジ識別信号をエンコーダ600に供給する。エッジ部検出回路550は、フレームメモリ500より供給される該フレームの信号にエッジ検出フィルタをかけてエッジ部を検出し、ブロック毎に該ブロックがエッジ部を含む領域に属しているかを識別する信号をエンコーダ600に供給する。

【0086】エンコーダ600では、フレームメモリ500より供給される画像信号をブロックに分割し、動きベクトル検出回路510より供給される動きベクトルを用いて、ブロック毎に動き補償予測符号化をした後、符号化された画像信号を出力する。ここで、シーンチェンジ検出回路520より供給されるシーンチェンジ識別信号がイネーブルとなる場合(例えば、図22(a)のフレーム# n)には、該フレームのブロックを全てフレーム内符号化する。また、このフレームを動き補償予測の参照画像として用いるフレーム(例えば、図22(a)のフレーム# $n+1$)では、エッジ検出回路550で該フレームがエッジ部に属すると判定されたブロックを強制的にフレーム内符号化する。

【0087】なお、動画像受信装置は第1～第4の実施例と同じ構成を取っていれば実現できる。例えば、図4のモード判定回路146においてブロックA～Hの中で復号可能なブロックが全てフレーム内符号化であればシーンチェンジが発生したと判定し、セクタ147を介して画素値内挿回路145からの信号を出力するようにすれば良い。また、図16に示すように送信側よりシーンチェンジ識別フラグが送られてきた場合には、モード

判定回路146ではセレクト147に対して、必ず画素値内挿回路145からの入力が出力されるような信号を供給するようにすれば良い。

【0088】この様に、例えば、図22(a)のフレーム#nでセル廃棄が発生し、空間内挿によるコンシールメントにより空間解像度が落ちてエッジ部がボケても、フレーム#n+1においてエッジ部を強制的にフレーム内符号化することにより、エッジボケが解消される。

【0089】なお、以上述べた第1～第7の実施例において、入力画像がインタレース信号であった場合には、フィールド毎にコンシールメントの種類を切り換えても良い。

【0090】なお、以上のべた全て（第1～第6）の実施例において、MPEGにこれらの実施例を適用した場合には、コンシールメントに係わる動き補償回路（141、144、220）に関しては、1/2画素動き補償やBピクチャの補間予測モード等で必要となる画素平均値計算回路を省略する（例えば、動きベクトルを1画素単位に丸める、Bピクチャの補間予測モードが選択された場合には前方予測のみを用いてコンシールメントすること）ことで回路規模を削減することもできる。

【0091】（第7の実施例）次に、本発明の第7の実施例に係る動画像伝送装置について説明する。図18は、本実施例に係る動画像送信装置を示すブロック図である。

【0092】図18(a)において、まず、第1のフレームメモリ700には、フレーム毎に供給された映像信号が蓄えられる。次に、動きベクトル検出回路710では、第1のフレームメモリ700と局部復号画像を蓄えている第2のフレームメモリ720とからMVを検出して、動き補償予測回路730に供給する。動き補償予測回路730では、動きベクトル検出回路710より供給されたMVを用いて第2のフレームメモリ720から予測画像信号を作成し、符号化制御回路740とフレーム内/フレーム間切り換え回路750に供給する。

【0093】フレーム内/フレーム間切り換え回路750では、フレーム間符号化が選択された場合には、動き補償予測回路730で作成された最適な予測値を、フレーム内符号化が選択された場合には、予測値を0として減算器760と加算器770に供給する。

【0094】減算器760では、入力画像と予測信号との誤差信号が作成され、DCT回路780に供給される。DCT回路780において変換係数に変換された予測誤差信号は、量子化器790に供給される。量子化器790において量子化された変換係数は、逆量子化器800において逆量子化された変換係数は、逆DCT回路810に供給される。逆DCT回路810では、変換係数を予測誤差信号に逆変換して加算器770に供給する。加算器770では、予測誤差信号と予測値とを加算して局部復号画像を作成し第2のフレームメモリ720

に供給する。更に、量子化器790において量子化された変換係数は、可変長符号化回路820にも供給される。

【0095】可変長符号化回路820では、量子化器790において量子化された変換係数をMVを含めた付加情報と共に可変長符号化した後、多重化回路830に供給する。

【0096】多重化回路830では、可変長符号化回路820より供給された可変長符号を多重化し、出力バッファ840を介して符号化ビットストリームを出力する。また、出力バッファ840では、バッファ内での符号化ビットストリームの滞留量を符号化制御回路740に供給する。

【0097】符号化制御回路740では、動き補償予測回路730より供給された予測画像信号と第1のフレームメモリ700より供給された入力画像信号とを用いて、最適な予測の方法（例えば、前方予測、後方予測等）の判定やフレーム内符号化とフレーム間符号化の判定がブロック毎に行われ、予測モードが決定される。ここで、図24において領域2に属するブロックを動き補償予測する際に、領域1に属する画像信号が参照されている場合には、強制的にフレーム内予測モードにする。ここで、誤り耐性が必要な場合には、フレーム内予測符号化において動きベクトルを付与するモードに切り換え、動きベクトル情報も可変長符号化回路820に供給される。

【0098】以上により、決定されたフレーム内/フレーム間の判定情報は、フレーム内/フレーム間切り換え回路750に供給される。また、出力バッファ840より供給される符号化ビットストリームの滞留量より、設定符号量に適應するように量子化ステップサイズを決定し、量子化器790および逆量子化器800に供給する。

【0099】

【発明の効果】本発明（請求項1、2）によると、パケット廃棄や伝送路誤りにより復号不可能となったブロックをコンシールメントする際に、隣接ブロック間の動きベクトルの相関が小さい場合でも該復号不可能となるブロックに適用する動き補償予測を該ブロックに隣接する復号可能なブロックに対応するもののなかから適切に選択できる。これによって、該復号不可能となるブロックをコンシールメントして得られる画像の予測精度を向上させることができる。

【0100】本発明（請求項3、4）によると、隣接するブロックの動き補償予測を用いるコンシールメント法において、隣接するブロックとの低周波数成分の不連続性に起因して発生する可能性のあるブロック状の歪を、隣接するブロック内の信号から予測した低周波数成分の信号を使うことで低減することが出来る。

【0101】また、本発明（請求項5）によると、シー

ンチェンジ直後の画像の空間解像度あるいはダイナミックレンジを落とす事で、パケット廃棄や伝送路誤りにより画像データが欠落しにくくなるとともに、シーンチェンジ直後の画像データの一部分が欠落しても、空間内挿によるコンシールメントにおいて再現することのできない高域成分は動き補償予測誤差に含まれるため、欠落したエッジが早期に再現される。また同時に、シーンチェンジ直後の画像の発生情報量が低減される。

【0102】また、本発明（請求項6）によると、空間内挿によるコンシールメントにより空間解像度が落ちてエッジ部がボケても、次フレームのエッジ部を強制的にフレーム内符号化することにより、エッジボケが解消される。

【0103】また、本発明（請求項7）によると、動きベクトルの検出範囲を制限しなくても、リフレッシュ領域に含まれるブロックがリフレッシュ領域以外の領域に含まれるブロックを参照することがなく、受信側において動きベクトルを利用したコンシールメント装置では信頼性の高い動きベクトルを利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る動画像受信装置の要部構成を示すブロック図

【図2】コンシールメントに用いるデータを説明する図

【図3】図1の誤り検出回路の構成例を示すブロック図

【図4】図1のコンシールメント回路の他の構成例を示すブロック図

【図5】図1のコンシールメント回路のさらに他の構成例を示すブロック図

【図6】本発明の第2の実施例に係る動画像受信装置の要部構成を示すブロック図

【図7】本発明の第3の実施例に係る動画像受信装置の要部構成を示すブロック図

【図8】本発明の第3の実施例に係る動画像受信装置の他の構成例を示すブロック図

【図9】本発明の第4の実施例に係る動画像受信装置の要部構成を示すブロック図

【図10】DCT係数の予測法を説明する図

【図11】本発明の第4の実施例に係る動画像受信装置の他の構成例を示すブロック図

【図12】本発明の第5の実施例に係る動画像送信装置の要部構成を示すブロック図

【図13】本発明の第5の実施例に係る動画像送信装置の他の構成例を示すブロック図

【図14】本発明の第5の実施例に係る動画像送信装置のさらに他の構成例を示すブロック図

【図15】本発明の第5の実施例に係る動画像送信装置のさらに他の構成例を示すブロック図

【図16】本発明の第5の実施例に係る動画像送信装置のさらに他の構成例を示すブロック図

【図17】本発明の第6の実施例に係る動画像送信装置

の要部構成を示すブロック図

【図18】本発明の第7の実施例に係る動画像送信装置の要部構成を示すブロック図

【図19】従来のパケット廃棄補償の原理を説明する図

【図20】従来の動きベクトルの選択法を説明する図

【図21】従来のパケット廃棄補償の一例を説明する図

【図22】フレーム内での空間内挿によるコンシールメントを説明する図

【図23】図22における送信側でのフレーム#nの帯域が受信側でのフレーム#n+1の帯域に与える影響を説明する図

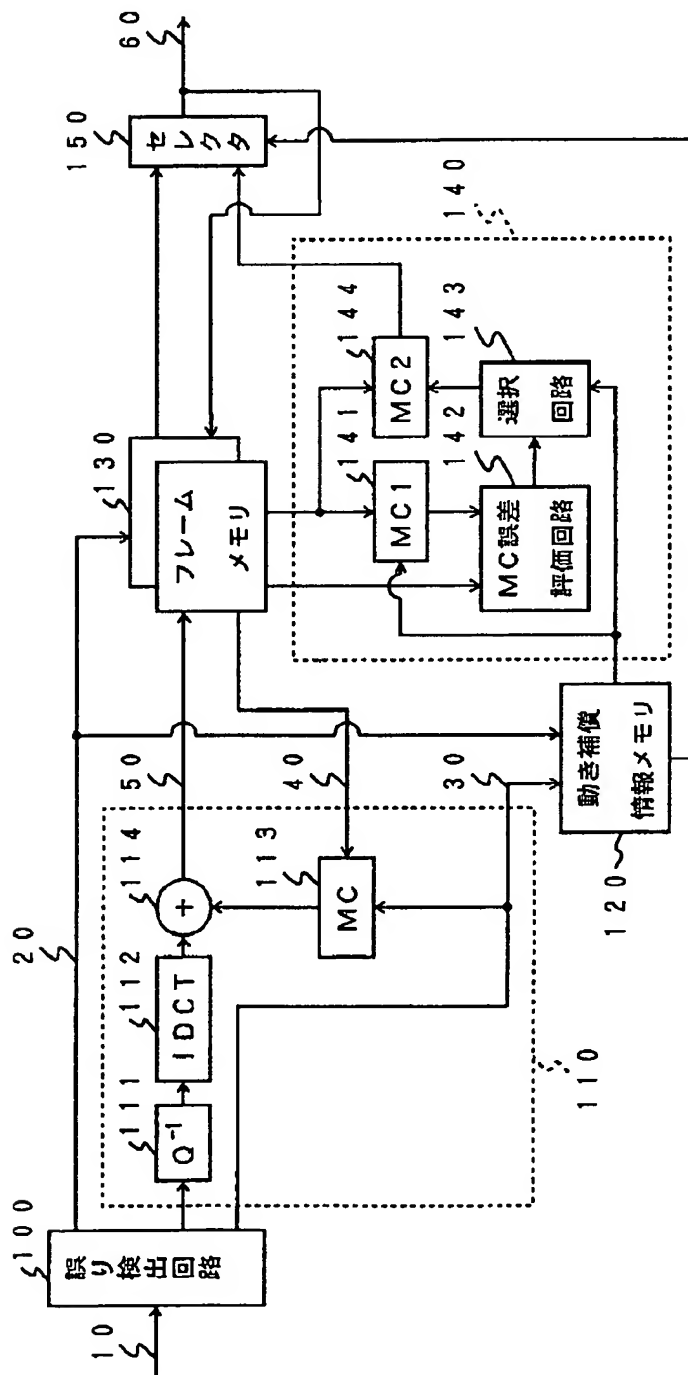
【図24】フレーム内にイントラスライスを設定して動きベクトルの探索範囲を制限する手法を説明する図

【符号の説明】

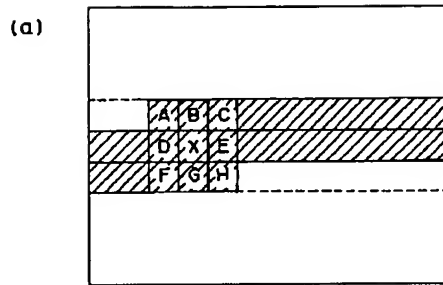
100…誤り検出回路、
101…パケット分解回路、
102…デマルチプレクサ・可変長復号回路、
103…復号不可能識別フラグ回路、
104…誤り訂正回路、
110…デコーダ、
111…逆量子化回路
112, 470…逆DCT回路、
113, 141, 144, 220…動き補償回路、
114…加算器、
120, 240, 300, 400…動き補償情報メモリ、
130, 500…フレームメモリ、
140…コンシールメント回路、
142…動き補償誤差評価回路、
143…選択回路、
145, 330…画素値内挿回路、
146, 340, 450…モード判定回路、
148…属性判定回路、
150, 147, 480…セクタ、
200, 210…アクティビティ計算回路、
230…信頼性判定回路、
250, 320, 420…遅延回路、
310, 410…動き補償推定回路、
350…重み付け平均回路、
430…低次係数予測回路、
440…係数分離・合成回路、
460…DCT回路、
510…動きベクトル検出回路、
520…シーンチェンジ検出回路、
530…解像度変換回路、
535…ダイナミックレンジ変換回路、
540, 560, 600…エンコーダ、
550…エッジ部検出回路、
700, 720…フレームメモリ、
710…動きベクトル検出回路、

- 790…量子化器、
- 800…逆量子化器、
- 810…逆離散コサイン変換回路、
- 820…可変長符号化回路、
- 830…多重化回路、
- 840…出力バッファ

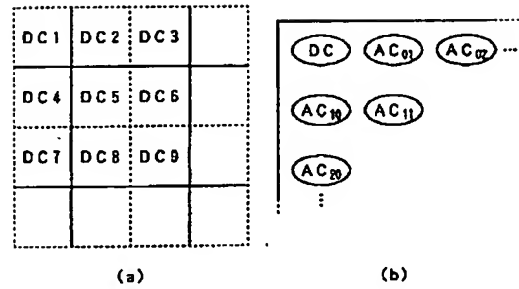
【図 1】



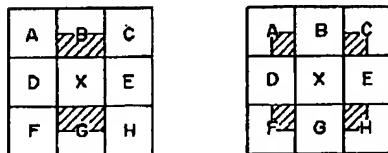
【図2】



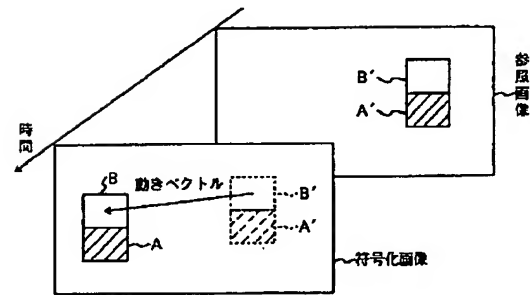
【図10】



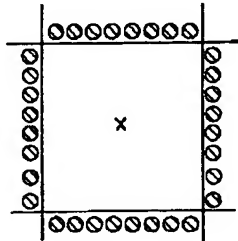
(b)



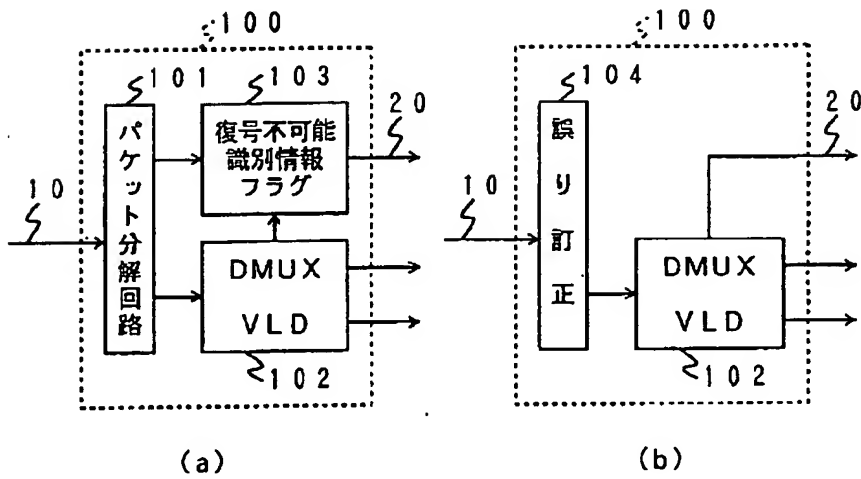
【図19】



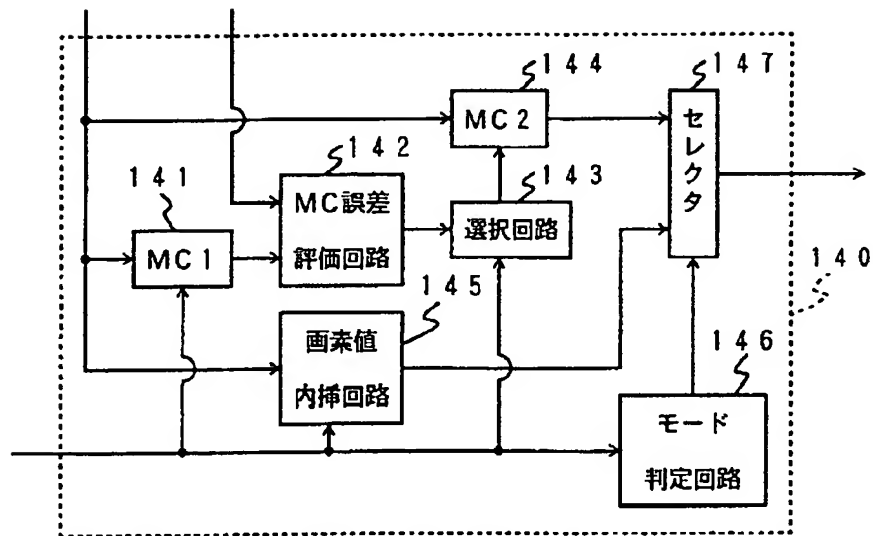
(c)



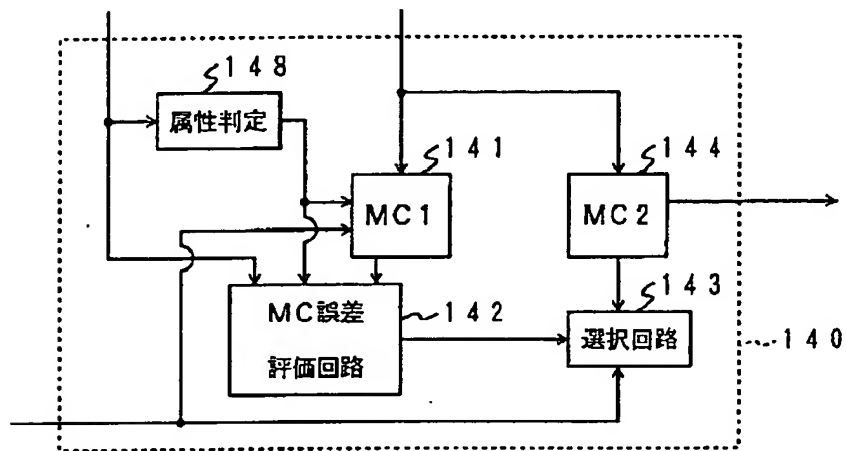
【図3】



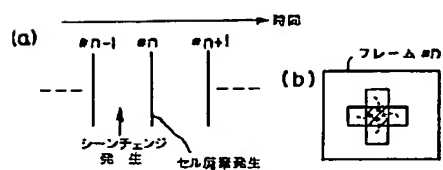
【図4】



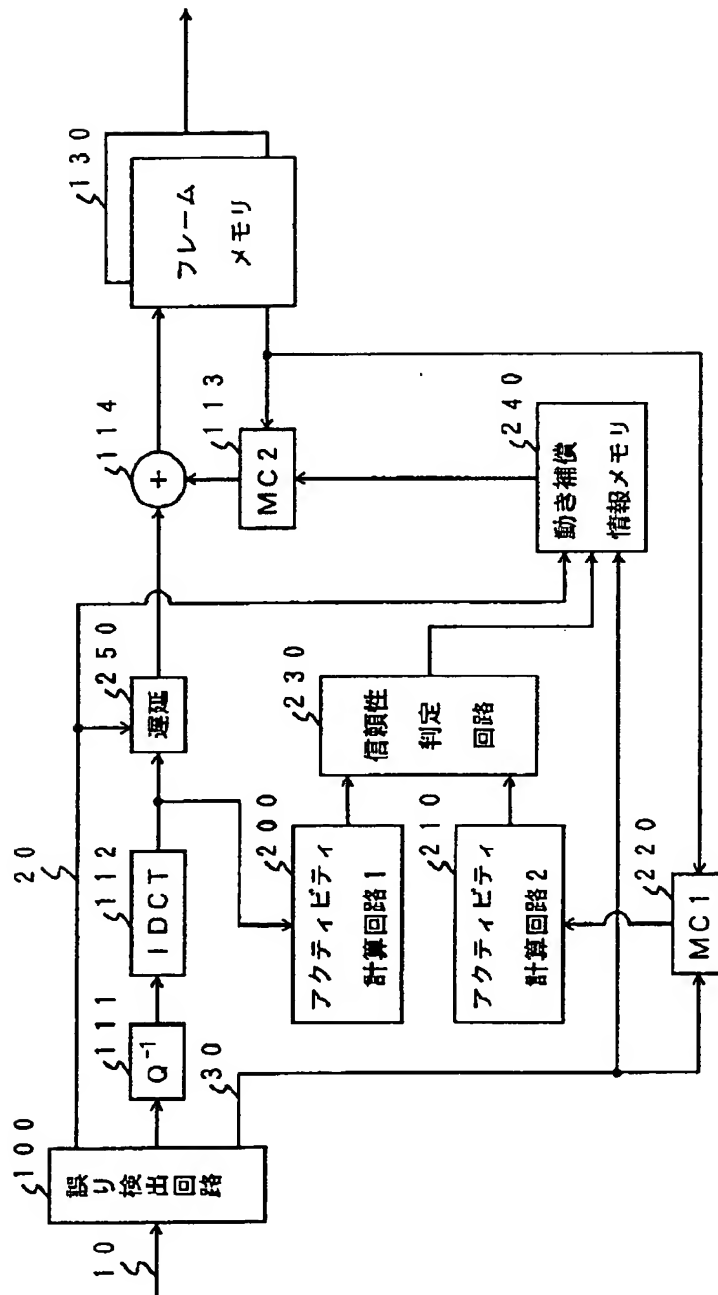
【図5】



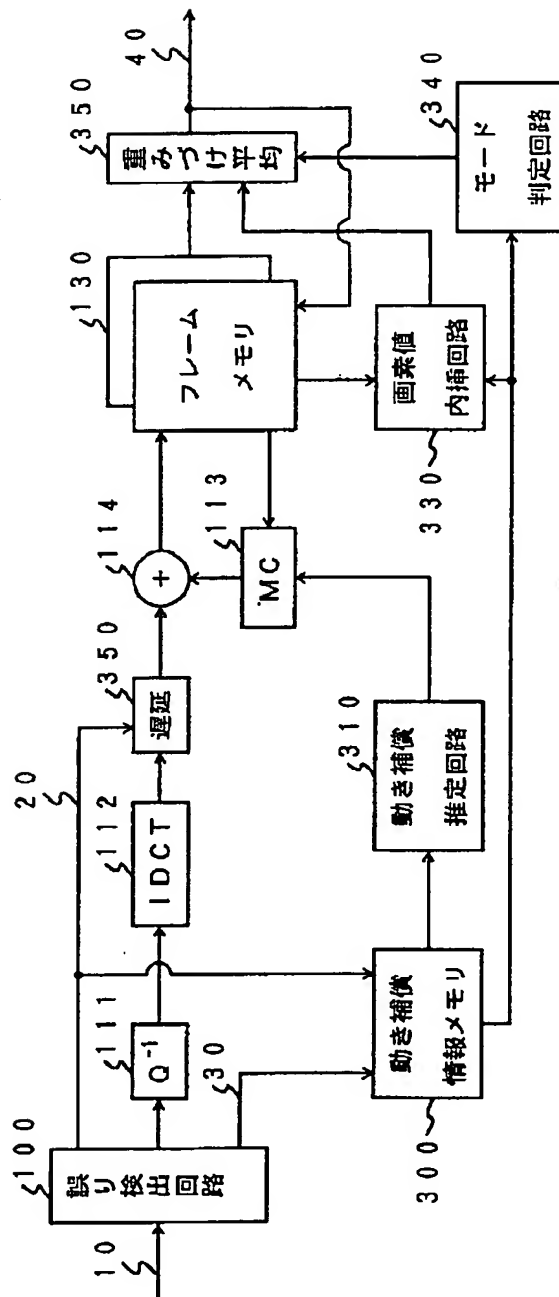
【図22】



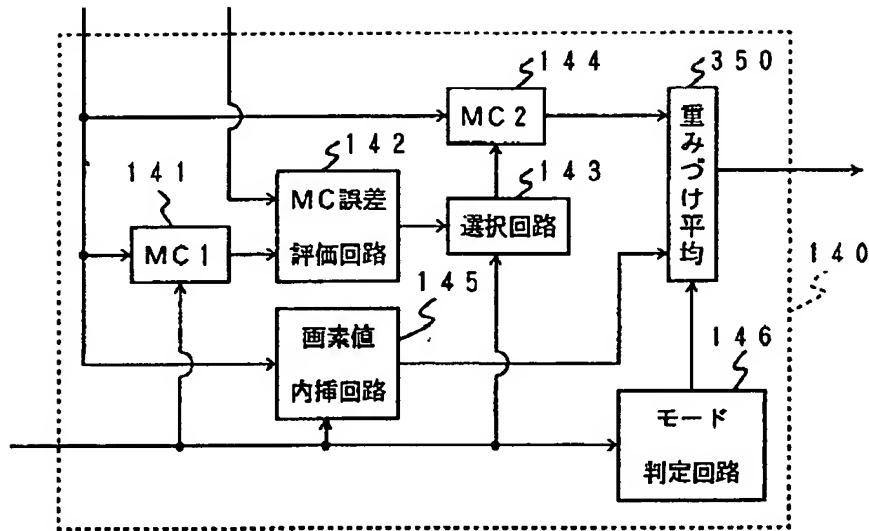
【図6】



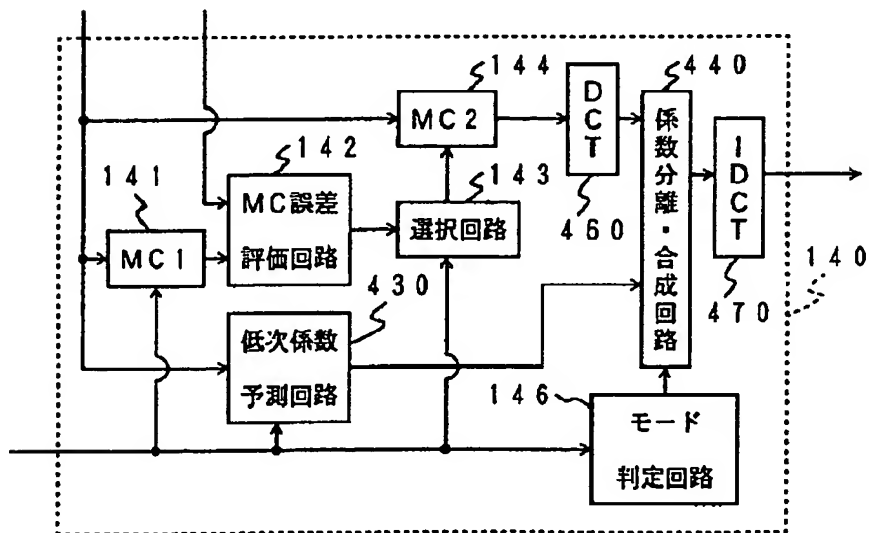
【図7】



【図8】



【図11】



【図20】

5	1	6
3	A	4
7	2	8

(a)

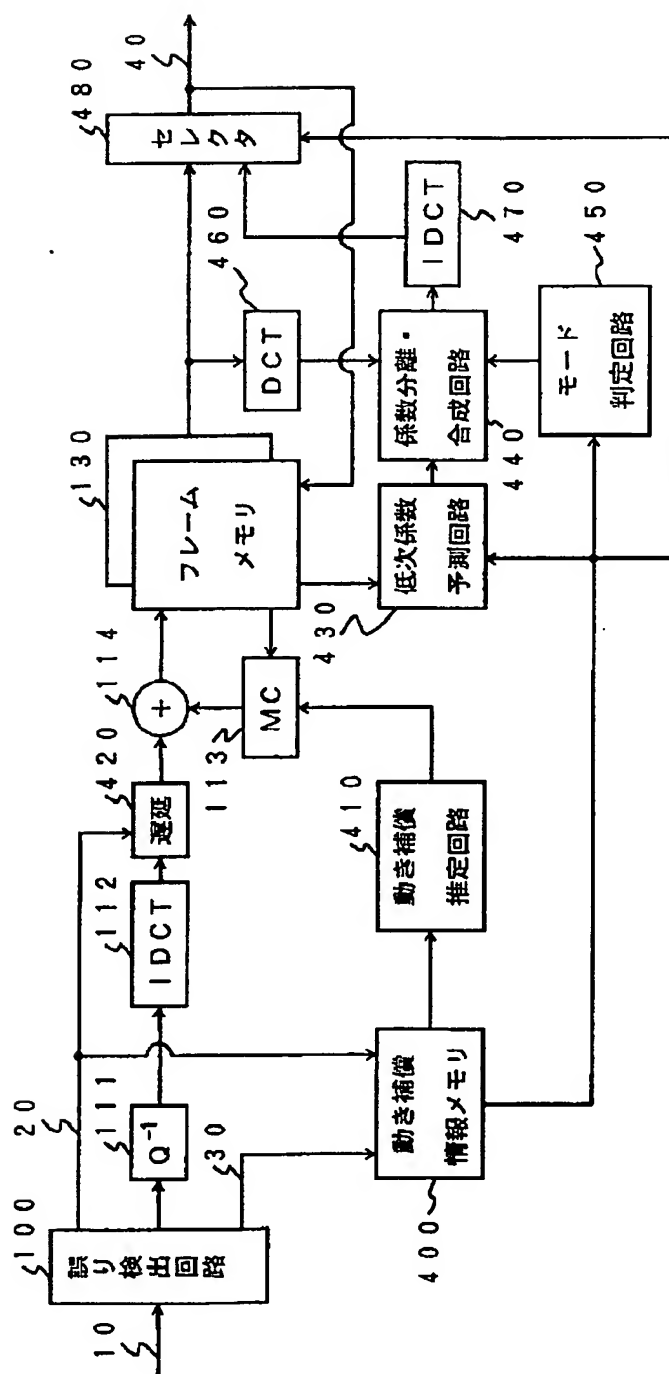
$1/5$	$1/4$	$1/3$
$1/2$	1	$1/2$
1	A	1
$1/2$	1	$1/2$
$1/5$	$1/4$	$1/3$

(b)

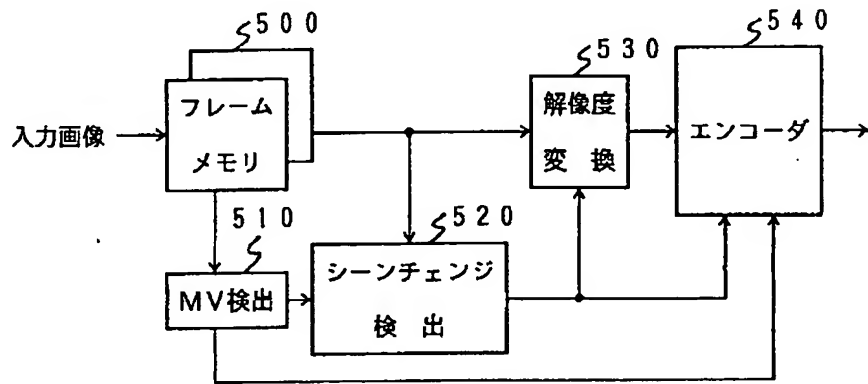
11	9	12
5	1	6
3	A	4
7	2	8
13	10	14

(c)

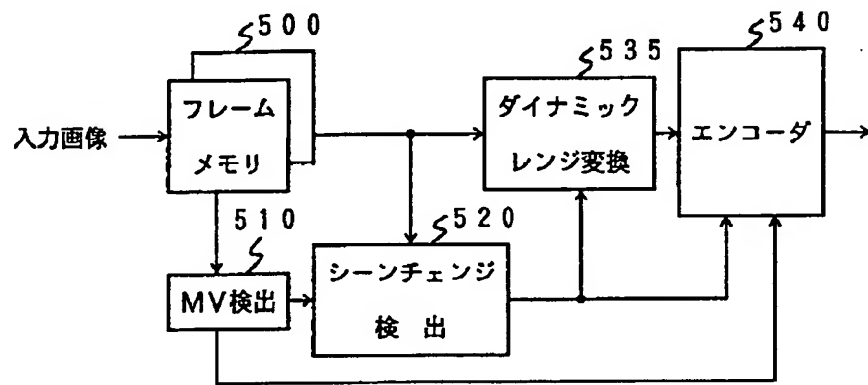
【图9】



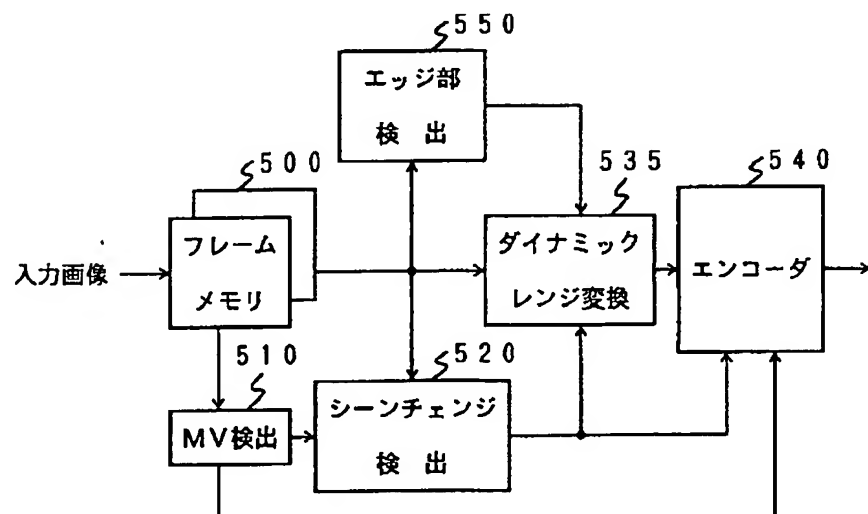
【図12】



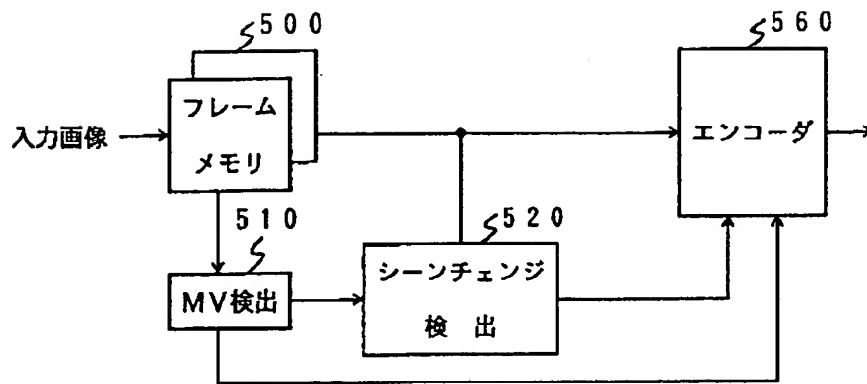
【図13】



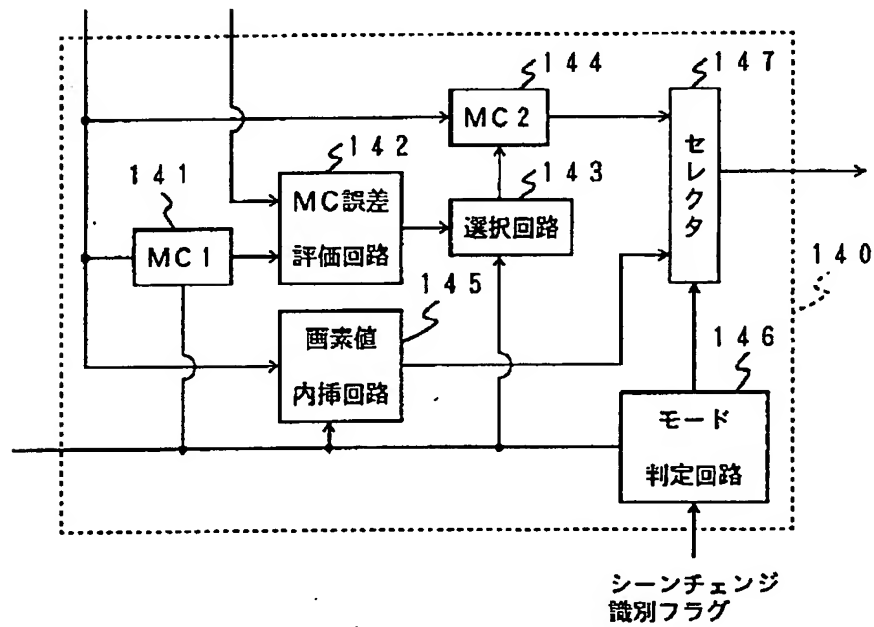
【図14】



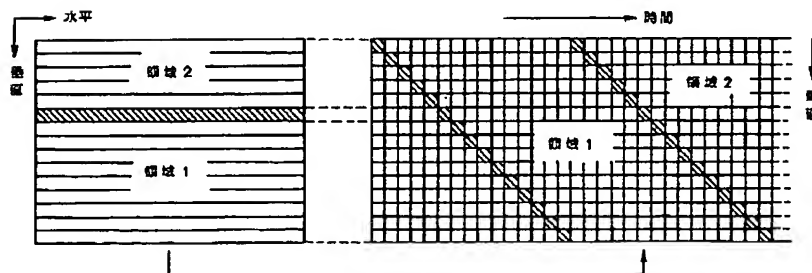
【図15】



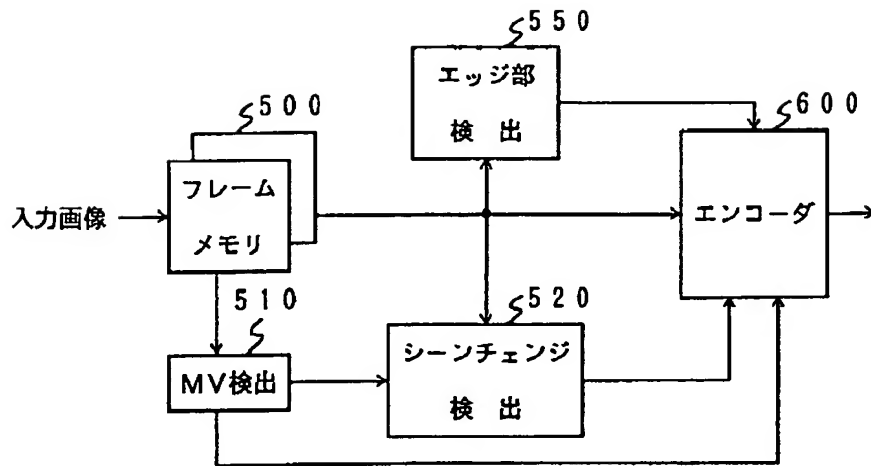
【図16】



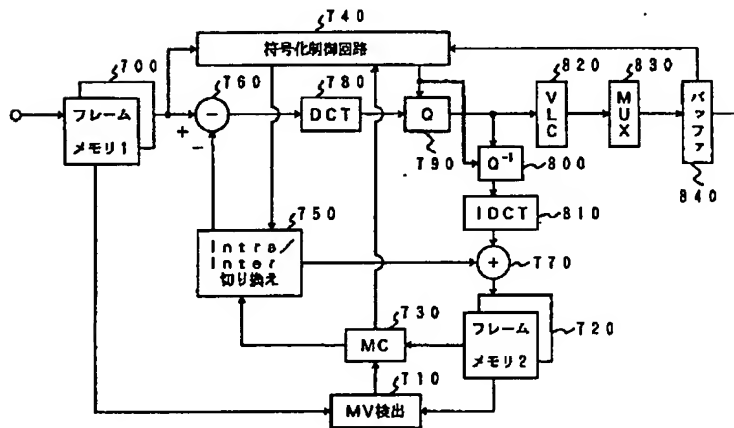
【図24】



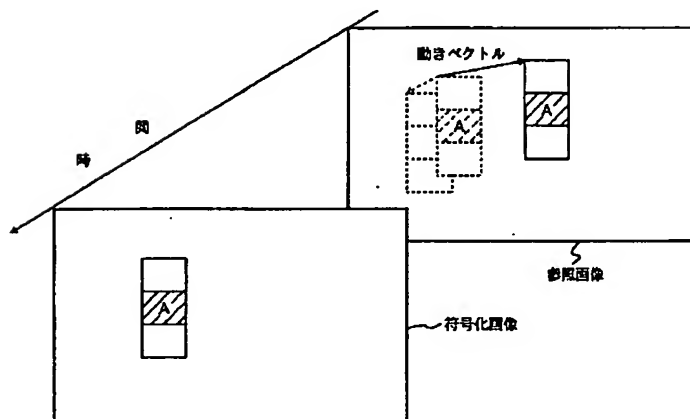
【図17】



【図18】



【図21】



【図23】

